



US005588063A

United States Patent [19]
Edgar

[11] **Patent Number:** **5,588,063**
[45] **Date of Patent:** **Dec. 24, 1996**

- [54] **PERSONAL MULTIMEDIA SPEAKER SYSTEM**
[75] Inventor: **Albert D. Edgar**, Austin, Tex.
[73] Assignee: **International Business Machines Corporation**, Armonk, N.Y.

3214226A 10/1983 Germany .
3210639A 10/1983 Germany .
62-155856 6/1987 Japan .
4107098 4/1992 Japan 381/159
2186430 8/1987 United Kingdom .
9212604 7/1992 WIPO 381/182

OTHER PUBLICATIONS

- [21] Appl. No.: **245,519**
[22] Filed: **May 18, 1994**

Related U.S. Application Data

- [63] Continuation of Ser. No. 969,677, Oct. 30, 1992, abandoned.
[51] Int. Cl.⁵ **H04R 5/00**
[52] U.S. Cl. **381/24; 381/182; 381/89; 381/91; 381/159**
[58] Field of Search **381/88, 89, 90, 381/182, 188, 205, 154, 159, 91, 24; 181/156, 144, 199**

IBM Technical Disclosure Bulletin vol. 30, No. 10, Mar. 1988.
Commodore 64 User's Manual, pp. ii-v, vii-vii, 2-9 and 142-143.1984.
Tremaine, *Audio Cyclopedie*, 1969, pp. 1152-1156.
Riley, George "Columnar Loudspeakers", *Industrial Electronic*, Sep. 1962, pp. 22-25.
Jordan, E. J. "Multiple-array Loudspeaker System", *Wireless World*, Mar. 1971, pp. 132-134.

Primary Examiner—Curtis Kuntz
Assistant Examiner—Ping W. Lee
Attorney, Agent, or Firm—Jeffrey S. LaBaw

[57] **ABSTRACT**

This invention minimizes the space required for a speaker system for a multimedia personal computer display on a desktop. The speaker system has a very thin shape, moderate cost, very good impulse and phase response for a crisp sonic detail and good directionality for use by a single listener seated in front of the multimedia personal computer display without disturbing others nearby. Each component of the speaker system is attached to or incorporated in the right or left side of the computer display. Each component comprises a plurality of small speakers arranged in a vertical, linear array. Preferably, each plurality includes a small folded waveguide which is acoustically coupled to the rear of each of the speakers. The folded waveguide is in a unique sheet configuration and enables directional ports in a treble component and a folded variable impedance maze in a base waveguide. The speaker system provides the required shape, clarity and listener isolation needed in the personal multimedia market. A locator function is provided by the speaker system to locate the listener to enable stereo effects such as sonic holography.

[56] **References Cited**

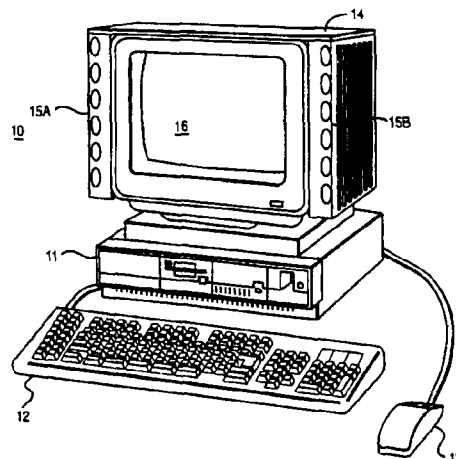
U.S. PATENT DOCUMENTS

- 2,880,817 4/1959 Burns et al. .
3,739,096 6/1973 Iding .
4,410,761 10/1983 Schickedanz .
4,528,597 7/1985 Klein et al. .
4,550,425 10/1985 Andersen et al. 381/30
4,628,528 12/1986 Bose et al. 381/90
4,760,601 7/1988 Pappanikolaou .
4,771,466 9/1988 Modafferi 381/99
4,823,391 4/1989 Schwartz 381/103
4,888,811 12/1989 Takashi 381/101
4,969,196 11/1990 Nakamura 381/205
4,981,243 1/1991 Rogowski 224/41
4,998,283 3/1991 Nishida et al. 381/90
5,166,802 11/1992 Thiele et al. 381/24
5,233,664 8/1993 Yanagawa et al. 381/89

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

- 1154792 4/1958 France .
1527032 5/1968 France 381/90
2642248 12/1988 France .
968490 2/1958 Germany .

2 Claims, 7 Drawing Sheets



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-245288

(43)公開日 平成6年(1994)9月2日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 4 R 1/40	3 1 0			
G 1 0 K 11/02		B 9178-5H		
H 0 4 N 5/64	5 4 1 N	7205-5C		
H 0 4 R 1/02	1 0 2 Z			

審査請求 有 請求項の数 7 OL (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平5-271670

(22)出願日 平成5年(1993)10月29日

(31)優先権主張番号 9 6 9 6 7 7

(32)優先日 1992年10月30日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク (番地なし)

(72)発明者 アルバート・ダー・エドガー

アメリカ合衆国78727、テキサス州オースチン、イートン・レーン 3912

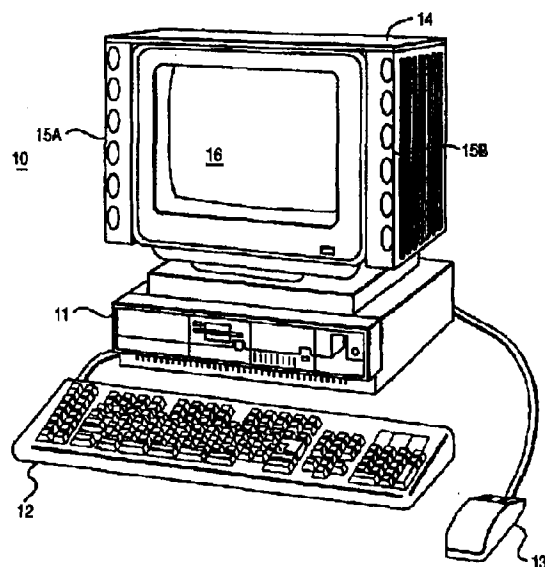
(74)代理人 弁理士 合田 深 (外3名)

(54)【発明の名称】 パーソナル・マルチメディア・スピーカ・システム

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 デスクトップ上のマルチメディア・パーソナル・コンピュータ・ディスプレイ用のスピーカ・システムに必要な空間を最低限にする。

【構成】 各構成要素は、コンピュータ・ディスプレイ14の右側または左側に取り付け、あるいは組み込む。垂直線形アレイに並べられた複数の小形スピーカを備えている。複数の小形スピーカはそれぞれ、各スピーカの背面に音響的に結合された小形の折りたたみ導波管を含むことが好ましい。折りたたみ導波管は、固有のシート編成であり、高音構成要素中の指向性ポートと、低音導波管中の折りたたんだ可変インピーダンス・メイズを使用可能にする。このスピーカ・システムは、パーソナル・マルチメディア市場で必要とされる、形状、明瞭さ、およびリスナの分離を提供する。スピーカ・システム15によって、リスナの位置を特定して、音波ホログラフィなどのステレオ効果を可能にするロケータ機能が提供される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディスプレイに近接して配置される、垂直線形アレイに並べられた少なくとも4個の小形スピーカを備え、各スピーカが、ほぼ同じ第1の電気信号で駆動されるように結合されてフェイズド・アレイを形成することを特徴とする、ディスプレイ用のスピーカ・システム。

【請求項2】 さらに、各スピーカの背面に音響的に結合された折りたたみ導波管を備え、該導波管が、高さ寸法または奥行き寸法よりも大幅に小さな幅寸法を有し、該幅寸法が小形スピーカの幅寸法を受け入れるのに十分であることを特徴とする、請求項1に記載のスピーカ・システム。

【請求項3】 折りたたみ導波管が、さらに受け入れ可能な低音応答を生成するのに十分な長さをもつメイズ形の、低音用折りたたみ導波管と、スピーカ・システムからの音声の指向性を高めるための複数のスロット付きポートを有する高音シートとを備えることを特徴とする、請求項2に記載のスピーカ・システム。

【請求項4】 低音用折りたたみ導波管が、スピーカ・システムの背面から距離D1の所で断面積が小さくなり、スピーカ・システムにおける正の遅延スパイクを打ち消すことを特徴とする、請求項3に記載のスピーカ・システム。

【請求項5】 低音用折りたたみ導波管が、スピーカ・システムから距離D2の所で断面積が大きくなり、スピーカ・システムにおける負の遅延スパイクを打ち消すことを特徴とする、請求項3に記載のスピーカ・システム。

【請求項6】 さらに、ディスプレイに近接して配置される、第2の垂直線形アレイに並べられた、第2群の少なくとも4個の小形スピーカを備え、各スピーカが、ほぼ同じ第2の電気信号で駆動されるように結合されて第2のフェイズド・アレイを形成することを特徴とする、請求項1に記載のスピーカ・システム。

【請求項7】 さらに、ディスプレイにスピーカを取り付けるための手段を備えることを特徴とする、請求項6に記載のスピーカ・システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、全般的に、パーソナル・コンピュータ上での音声再生に関する。さらに詳細には、スピーカ・システムと、スピーカ・システムをマルチメディア・パーソナル・コンピュータ用に使用して、付近にいる他の人に迷惑をかけずに、コンピュータ・ディスプレイの近くに座っているユーザに高品質の音声を提供するスピーカ・システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 パーソナル・コンピュータ用の高品質の音声再生は、マルチメディアが出現するまで、特に重要

とみなされていなかった。IBM社製のパーソナル・コンピュータと互換性のあるパーソナル・コンピュータによって提示される視覚画像はたえず改善されているが、パーソナル・コンピュータの典型的なスピーカ・システムは、システム・ユニットのどこかに埋め込まれた単一の安価なスピーカである。マルチメディアの潜在能力を十分に活用するためには、パーソナル・コンピュータの音声品質を改善する必要がある。

【0003】 マルチメディア・コンピューティングは、少なくとも2つの異なる市場へと発展している。室内のいろんな所にいる1群のリスナに対する優れた音声品質が重要となる「グループ」市場と、付近の他の人には最低限の迷惑しかかけずに、システムのすぐ近くにいる1人のリスナに優れた音声品質を提供することが望まれる「パーソナル」市場である。高品質のオーディオ・システムは何年も前から存在し、「グループ」マルチメディア市場に対する可能な解決策を提供しているが、パーソナル・コンピュータ・マルチメディア・システムの要件には十分に適合していない。

【0004】 一般に、オーディオ・システムは、音声の指向性を低下させずに、できるだけ広い領域全体、すなわち部屋全体に優れた品質の音声を提供するように設計されている。これに対して、パーソナル・マルチメディア・システムは、それぞれ異なるプログラムを実行する他の同様なシステムの隣に配置される傾向がある。したがって、各パーソナル・マルチメディア・システムからの音声は、できるだけローカルに提供する必要がある。オーディオ・システムのリスナは、部屋全体に予期できないほど散らばっていることが多いが、マルチメディア・システムのユーザはディスプレイのすぐ前にいる。パーソナル・マルチメディアと、1群のリスナ用の高品質オーディオに必要な音声特性は異なる。

【0005】 さらに、デスク空間が重要視されるので、マルチメディア・パーソナル・コンピュータ・ディスプレイ用のスピーカに対するサイズおよび形状面の制限はずっと大きい。テレビのスピーカにも同様な空間およびサイズ面の制限があるが、それらのスピーカは画面に近接した1人のリスナではなく、「グループ」マルチメディアのニーズを満たすように設計されている。

【0006】 したがって、従来の技術は、マルチメディア・パーソナル・コンピュータ・ディスプレイ用の高品質音声を生成するための要件を満たしていない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、デスクトップ上のマルチメディア・パーソナル・コンピュータ・ディスプレイ用のスピーカ・システムに必要な空間を最小限に抑えることである。

【0008】 本発明の他の目的は、一様な位相特性をもつ音声を生成することである。

【0009】 本発明の他の目的は、付近にいる他のユー

ずに迷惑をかけずに、マルチメディア・ディスプレイのユーザに高品質の音声を提供することである。

【0010】本発明の他の目的は、前記の目的を満たすマルチメディア・スピーカ・システムのコストを最低限に抑えることである。

【0011】

【課題を解決するための手段および作用】本発明の前記その他の目的は、非常に薄い形状を有し、コストが適度であり、明瞭な音声を得るためのインパルス応答および位相応答が極めて良好であり、付近にいる他の人に迷惑をかけずにマルチメディア・パーソナル・コンピュータ・ディスプレイの前にいる1人のリスナが使用できるように指向性が良好な、スピーカ・システムによって実現される。このスピーカ・システムの各構成要素は、コンピュータ・ディスプレイの右側または左側に取り付けることが好ましい。各構成要素は、薄いスピーカ・キャビネット内に垂直線形アレイに並べられた、背が高く奥行き深い複数の小形スピーカを備えている。垂直線形アレイは、フェイズド・アレイとして電氣的に駆動される。好ましい実施例では、各スピーカの背面に、折りたたみ形の導波管が音響的に結合されている。折りたたみ導波管は、ディスプレイの側面と同じ高さに取り付けられた固有のシート編成であり、高音構成要素中の指向性ポートと、低音導波管中の折りたたんだ可変インピーダンス・メイズを使用可能にすることが好ましい。このスピーカ・システムは、パーソナル・マルチメディア市場で必要とされる、形状、明瞭さ、およびリスナの孤立化を提供する。

【0012】

【実施例】本発明は、様々なコンピュータのディスプレイに組み込むことができる。プロセッサ・ユニットはたとえば、パーソナル・コンピュータ、ミニコンピュータ、または複数のコンピュータ・ディスプレイを実行するメインフレーム・コンピュータとすることができる。コンピュータは、スタンドアロン型システム、ローカル・エリア・ネットワーク（LAN）や広域ネットワーク（WAN）などのネットワークの一部、あるいはさらに大規模なテレプロセッシング・システムとすることができる。しかし、以下で説明する本発明は、IBMのPS/2マルチメディア・シリーズなどのスタンドアロン型マルチメディア・パーソナル・コンピュータ上で実施することが最も好ましい。ただし、どのコンピュータを選択するかは、マルチメディア・プログラミングのメモリおよびディスク記憶域などの資源要件によってのみ制限される。IBMのコンピュータPS/2シリーズに関する詳細は、Technical Reference Manual Personal System/2 Model 50, 60 Systems（IBM社部品番号68X2224、資料番号S68X-2224）、およびTechnical Reference Manual, Personal System/2 (Model 80)（IBM社部品番号68X22256、資料番号S68X-2256）を参照されたい。

【0013】図1には、システム・ユニット11、キーボード12、マウス13、およびディスプレイ14を備えたパーソナル・コンピュータ10が示されている。また、ディスプレイ14の左側および右側に取り付けられたスピーカ・システム15Aおよび15Bも示されている。ディスプレイ14のスクリーン16は、視覚構成要素にマルチメディア・プレゼンテーションを提示するために使用される。スピーカ・システム15Aおよび15Bは、インパルス応答および位相応答が非常に良好であり、適切な指向性を備えた高品質の音声を、付近にいる他の人に迷惑をかけずに1人のリスナに提供する。スピーカ・システムの非常に薄い形状によって、ディスプレイ14自体で通常必要とされるデスク空間以外に必要となるデスク空間の量が最小限で済むことに留意された。

【0014】図2は、図1に示すマルチメディア・パーソナル・コンピュータの構成要素のブロック図を示している。システム・ユニット11は、様々な構成要素と結合され、様々な構成要素間の通信を実現するために使用される、システム・バスを含む。マイクロプロセッサ22は、システム・バス21に接続されており、やはりシステム・バス21に接続された読取り専用メモリ（ROM）23およびランダム・アクセス・メモリ（RAM）24によってサポートされる。IBMマルチメディアPS/2コンピュータ・シリーズのマイクロプロセッサは、8088、286、386、または486マイクロプロセッサを含むインテル（Intel）・マイクロプロセッサ・ファミリの1つである。しかし、68000、68020、または68030マイクロプロセッサなどのモトローラ（Motorola）社のマイクロプロセッサ・ファミリや、IBM、ヒューレット・パッカード（Hewlett Packard）社、サン（Sun）、インテル、モトローラなど製の様々な縮小命令セット・コンピュータ（RISC）マイクロプロセッサを含むが、それだけには限定されない、他のマイクロプロセッサを特定のコンピュータ中で使用することも可能である。

【0015】ROM23は、他のコードと共に、ディスク・ドライブやキーボードとの対話などの基本ハードウェア動作を制御する基本入出力システム（BIOS）を含んでいる。RAM24は、メイン・メモリであり、オペレーティング・システムおよびマルチメディア・アプリケーション・プログラムがロードされる。メモリ管理チップ25は、システム・バス21に接続されており、RAM24と、ハード・ディスク・ドライブ26およびフロッピー・ディスク・ドライブ27の間でのデータのやり取りを含めて、直接メモリ・アクセス動作を制御する。やはりシステム・バス21に結合されたCD ROM（図示せず）は、マルチメディア・プログラムまたはプレゼンテーションに存在する大量のデータを記憶するために使用される。

【0016】このシステム・バス21には、キーボード・コントローラ28、マウス・コントローラ29、ビデオ・コントローラ30、オーディオ・コントローラ31などの様々な入出力コントローラも接続されている。キーボード・コントローラ28はキーボード12用のハードウェア・インタフェースを提供し、マウス・コントローラ29はマウス13用のハードウェア・インタフェースを提供し、ビデオ・コントローラ30はディスプレイ14用のハードウェア・インタフェースであり、オーディオ・コントローラ31はスピーカ15Aおよび15B用のハードウェア・インタフェースであるということは自明であろう。最後に、システム・バス21にはデジタル信号プロセッサ33も結合されている。デジタル信号プロセッサ33は、本発明のスピーカ・システムによって生成された信号を補正して、スピーカ要素を補償するものであり、オーディオ・コントローラ31に組み込むことが好ましい。

【0017】図3は、本発明の左および右スピーカ・システム15Aおよび15Bを備えたコンピュータ・マルチメディア・コンピュータ・ディスプレイ14を示す。各スピーカ・システムは、ディスプレイ14のスクリーン16に隣接した表面上に取り付けられており、良好なインパルス特性および位相特性と、ディスプレイ14の前にいる1人のユーザに対する良好な指向性を有するステレオ・サウンドを提供する。ユーザが、室内の予期できない位置ではなくディスプレイ14のすぐ前にいるので、スピーカ・システムは、このように位置が分かっていることを利用して、付近にいる他の人に迷惑をかけずにイヤホン並の品質を提供することができる。右スピーカ・システム15Bがディスプレイ14から分離して示されていることに留意されたい。これは、ユーザまたはシステム・インテグレータがこの特定のパーソナル・コンピュータでマルチメディア機能を実行すると決定した場合、コンピュータ・ディスプレイ14に取り付ける離散ユニットとしてこのスピーカ・システムをパッケージできることを示している。スピーカは、両面接着テープや、スピーカ・システムと共に提供されたループ・ファスナやフック・ファスナなどのその他の手段でモニタの側面に取り付け、あるいはイヤホンのヘッドバンドと同様にモニタの上部に乗ったクロスバー18からぶら下げることができる。また、スピーカ・システムをコンピュータ・ディスプレイのベゼル17に組み込むこともできる。

【0018】図4および5はそれぞれ、右スピーカ・システム15Bの詳細な正面図および側面図を示す。この実施例では、6台の小形スピーカ50がスピーカ・システムの前面51に取り付けられているが、スピーカは極めて小形で、直径約1ないし2インチとする。本発明でスピーカのサイズが小さい方が好都合な理由はいくつかある。第1に、ステレオ音声を得るためにスピーカ・シ

ステム15A、15B中の小形スピーカをマルチメディア・ディスプレイ14上に取り付けたとき、デスクトップ上のマルチメディア・ディスプレイが必要とする追加幅が最低限になる。第2に、スピーカのサイズが波長の半分未満であるため、スピーカ・コーンを横切る定在波が除去され、位相線形特性が向上すると共に、周波数応答が円滑になる。低周波数でロール・オフする場合でも、スピーカ応答の凹凸が少なくなる。ロール・オフは補正が容易であるが、凹凸の激しい応答は補正がほとんど不可能である。第3に、これらのスピーカは、波長がスピーカ・サイズの約2倍より大きいすべての周波数に対してより一様な拡散を提供する。拡散が一様であるとは、背面バフルによってスピーカ応答を電気的および音響的に補正することができ、スピーカの前面で広範囲の角度にわたって補正が有効となることを意味する。第4に、スピーカのサイズが小さいため、A. D. エドガー(Edgar)他、"Virtual Integrated Mouse", IBM Technical Disclosure Bulletin, 1988年3月、398ないし401ページに記載された、「ソニック・マウス」音響レンジング技術が使用可能になる。

【0019】ソニック・マウスは、画面上のカーソル位置を制御するための機構である。各アレイ中の少なくとも1個のスピーカが音声エネルギーを放出する。エネルギーを放出するスピーカまたはアレイ中の他の少なくとも1個のスピーカがマイクロホンとして機能し、ディスプレイの前にいるユーザの手から反射された音声を受け取る。スピーカ・システムをサポートする回路が、時間遅延を測定して、スピーカからユーザの手までの距離を求める。少なくとも2組の距離を用い、三角測量技術を使用して、x-y平面における手の位置を求める。第3のスピーカ/マイクロホン対からの第3の入力を使って、z次元における手の位置を求める。スピーカを相互に区別するため、各スピーカは固有の周波数を伝送するか、あるいはインタリーブされた時間に伝送を行う必要がある。ユーザの手が動くと、カーソルがそれに応じて移動し、ユーザは選択するグラフィカル・ユーザ・インタフェースの項目を指すことができる。また、以下に説明するように、ソニック・マウスによって、コンピュータ・システムが、音響ホログラフィなどの非常に正確なステレオ効果を得るためにディスプレイの前にいるユーザの位置を特定することも可能になる。

【0020】ソニック・マウスは、単一の送信機および複数の受信機と協働することができる。しかし、2台の送信機を使用すると、時間測定偏差による位置の不正確さが2倍になる。単一の送信機を使用する場合、インタリーブされた送信機対に比べて測定数が2倍になり、平均化を行ってエラーを削減することができる。また、スピーカ・システム中のすべてのスピーカをソニック・マウス動作に関与させることができる。すなわち、まず1番上の対からインパルスを送信し、反射された音声を受

信し、次に上から2番目の対からインパルスを送信し、反射された音声を受信し、以下同様である。したがって、ちょうど飛行中のコウモリのように、様々な空間位置からの測定を迅速に累計して、測定精度を上げることができる。

【0021】多数の小形スピーカを線形アレイとして整列し、同じ電気信号で駆動することによって、線形アレイはフェイズド・アレイとなり、アレイに垂直な選択された平面内に音声を集中し、同時に他の方向にはそれよりも少ない音声を送る。アレイを垂直に向けると、音声は、リスナが動く際に中心となる水平角に拡散され、同時に、ユーザがディスプレイを使用中に動く可能性が低い下方向には集中されない。たとえば、ディスプレイの下にあるハード・デスク、床、または天井から反射される音声は少ないので、通常、音声を濁らせるエコーが減少する。小さな事務所で通常のスピーカのすぐ近くにいる場合でも、室内の残響によって半分を超える量の音声エネルギーが耳に入る。本発明のスピーカ・システムではリスナの水平平面内に音声を集中するので、音声がいやホンのように明瞭に聞こえ、同時にリスナの上下に放出されるエネルギーが削減されるので、室内の他の人に与える迷惑は少なくなる。近距離にある線放射体のエネルギーは、点音源の場合のように距離の平方に反比例するのではなく単に距離に反比例して減少するので、ディスプレイの近くで作業するとき、単一の大形スピーカではなく多数の小形スピーカを使用する方が距離に対するボリューム・コンシスタンシが向上する。

【0022】さらに、このスピーカ・システムで利用可能な出力には利点がある。各要素が同じ信号を受け取るフェイズド・アレイで利用可能な出力は、駆動機構の数の平方に比例する。すなわち、スピーカの数6倍にすると、出力は36倍になる。これによって、小形スピーカを使用することによる出力制限が解消され、さらにそれらのスピーカの利点を利用することができる。この出力ブーストは、小形スピーカではブーストが必要な低音周波数を含めて、すべてのスピーカがリスナから4分の1波長の範囲内で等距離となる周波数で動作する。というのは、各スピーカからの音圧は、同位相である場合には加算され、出力は音圧の平方に比例するからである。低周波数では、各スピーカが他のスピーカの圧力に対抗して移動するときエネルギーが保存されるので、大気中への機械エネルギーのインピーダンス結合がより効率的になる。高周波数では、音声をリスナに集中し、他の方向には分散しないようになるので、聴取位置における出力利得が発生する。

【0023】図5に示すように、スピーカ・システム15Bの側面には、スピーカ・システムの指向性を向上させるために複数のポート52がある。スピーカの前面から出た正の波があらゆる方向に伝搬するとき、その背面に移動する部分は、スピーカの背面から発生し、導波管

を介して伝搬する負の波と平行に進む。ポートによって、2つの平行な波が混合され、導波管の全長を通過するうちに近い方に移動する波が打ち消される。図4および5は、6個のスピーカと、スピーカ・システムの7つのスロットを示しているが、この数は可変であり、特定のスピーカ・システム用の設計基準に合わせたものである。

【0024】このシステムから得られる総音響出力は、総スピーカ表面積の平方に比例する。したがって、通常、できるだけ多くのスピーカを直線状に取り付けることが好ましい。すべてのスピーカを直列または並列に接続すると電気インピーダンスの問題が発生するおそれがあるので、スピーカの数非素数にすれば、インピーダンス接続がより柔軟になると同時に、同じ信号ですべてのスピーカを駆動することができる。また、スピーカ・アレイは、フェイズド・アレイを得るために少なくとも4個のスピーカを有する必要がある。スピーカが4個より少ない場合は、線放射体が適切に作成されず、したがって本発明によって教示される優れた音声特性が大幅に低下する。

【0025】スピーカ・キャビネットおよび導波管用に選択する材料は、オーディオ音声に振動が加わらないように高剛性なものにする必要がある。内部ストラットを使用して、スピーカ・キャビネットの剛性を維持する助けとすることができる。

【0026】モニタの側面にうまくはめ込む上で好ましいスピーカ・システムの高さおよび奥行きは約11ないし14インチである。ただし、異なる寸法のモニタを使用すれば、適宜これよりも大きなスピーカ・システムまたは小さなスピーカ・システムを収納することが可能である。さらに、スピーカ・アレイの高さとディスプレイの高さが厳密に一致する必要はない。11インチのアレイ・キャビネットの場合、1インチ・スピーカなら10個、1.25インチ・スピーカなら8個、1.75インチ・スピーカなら6個入る。14インチのアレイ・キャビネットの場合、1インチ・スピーカなら14個、2インチ・スピーカなら6個入る。スピーカ・キャビネットの幅は、スピーカ・サイズを収納する最小幅に調整することになる。

【0027】線形位相によって、インパルスの保全性が維持される。というのは、線形位相では、インパルスのすべての部分の群遅延が等しいので、あらゆる周波数の音声の「明瞭性」が維持されるからである。インパルスがきれいであると、インパルスの時間応答が不鮮明なことによって生じる音声の「濁り」が避けられ、良質なイヤホンの音声と同等の明瞭な音声を得られる。小形の駆動機構では、一様な周波数拡散、したがってある聴取角度範囲にわたる補正可能性を与えることによってそれを可能にする。インパルス応答を補正すると、線形位相と平坦な周波数応答の両方が得られる。周波数応答を補正

ただけでは、スピーカ・システムの音は依然として濁りあるいは耳障りとなる可能性がある。

【0028】図6および7はそれぞれ、スピーカ・システムの側部および上部の断面図を示す。図6および7は、導波管が方向性スロットであるポート52を有する高音シート60と、混合領域56内のスピーカの背面に結合されポート57で終わる可変インピーダンス導波管55を含む低音シート65という2つのセクションに分かれていることを示している。剛性のより大きな小形スピーカの方が大形スピーカよりもこの小形導波管に適合する。可変インピーダンス導波管55のサイズを変えると、そのインピーダンスが変わる。スピーカの背面から“D”の距離における断面積を小さくすると、寸法の遷移点で正の波が反射される。断面積を大きくすると、逆の効果が得られる。音波は、遷移まで1方向に進む時1フィート当たり2ミリ秒をやや上回る速度で、かつ元のインパルス方向を打ち消す位相でスピーカに戻ってくる。この技術を使用して、スピーカのインパルス応答における遅延スパイクを打ち消すことができる。可変インピーダンス導波管55の全長にわたって幅を平滑にすると、スピーカの周波数応答の凹凸の多くを音響機械的に補正することができる。メイズの最適形状は実験によって繰り返し求めることができるが、近似値はスピーカ・インパルス応答から求めることができる。音声は約2ミリ秒で1フィートのメイズ長を進むので、導波管の断面積は、初期の所望の音声インパルスに従ったスピーカ・インパルス応答の負数の積分に比例するようになる。したがって、インパルス応答が時間=2ミリ秒で正のスパイクをもつ場合、距離=1フィートの所で、断面積を階段関数に従って突然小さくする必要がある。すなわち、好ましくないスパイクの負数の積分に比例させる必要がある。面積が小さくなるのは、前進駆動スピーカの背面からの負の圧力を反映している。この負の圧力は、スピーカを引き戻すのに丁度の時間にスピーカ・コーンに戻り、前面からの正のスパイクを打ち消す。

【0029】妥当な低音応答を保存するために、導波管は、ポート57で大気開放する前に少なくとも5ミリ秒間音声を持続させる必要がある。これによって、約100Hzのピークが得られる。可変インピーダンス導波管55がもっと長くても、折りたたんで任意の所望のメイズにすることが可能である。可変インピーダンス導波管55は、必ずしも図6に示すように5フィートの折りたたんだ直線セグメントとして構成する必要はない。

【0030】大部分の拡声器では、実際のところ、スピーカのある聴取角度について信号の位相および振幅を正確に補正すると、位相応答がまったく異なる隣接位置では音声が悪化する。本発明では、ライン・アレイ中の小形スピーカの聴取平面における一様な水平拡散により、スピーカ応答の電子的補正が可能である。

【0031】前述の音響補正と共に、またはそれとは別

個に、スピーカ・インパルス応答も電子的に補正することが可能である。コンピュータのデジタル信号プロセッサで補正を実行することによって、この補正を、コンピュータが実行中の他の音声処理とインタリーブすることができる。すなわち、小形スピーカを使用することによって、未補正応答が良好になるばかりでなく、広い聴取角度にわたって位相線形度が同じになるので、信号がスピーカに達する前に外乱を電子的に補正しておくことが可能である。

【0032】図8は、本発明のスピーカで生成される音波のデジタル信号プロセッサによる補正を示す。ステップ60で、時間的に単一のスパイクであるインパルス応答でスピーカを励起して、未補正スピーカ・システムの応答を測定する。スピーカの測定は、可動の精密マイクロホンおよび関連回路のコストの節約のために工場で実施するが、再較正はいつでも実施することができる。補正済みマイクロホンで時間の関数として測定した実音圧が、スピーカ・システムの測定インパルス応答である。この値は、一定の初期時間が経過するまで0であり、その後は変動する。この変動は時間が経過するにつれて小さくなり、ある任意の最終時間を過ぎると、無視できるようになる。測定インパルス応答をボックス62に示す。

【0033】従来のインパルス・システムでは、聴取位置のわずかな変化にもこのインパルス応答が変わるので、実際には補正不能である。非常に小形のスピーカを使用すると、本発明のスピーカ・システムの線形のフェイズド・アレイの形状とあいまって、スピーカ効率が低下することなく、角度に対するインパルス応答の依存性が弱まる。本発明では、角度によるインパルス応答の変化がないことが、電子補正を可能にする上で重大である。次のステップ64で、フーリエ変換を適用することによって、このインパルス応答の周波数応答を求める。周波数応答は、周波数の関数としての振幅および位相角として表すことができる。周波数応答をボックス66に示す。

【0034】ステップ68で、スピーカ・システムの効果を有効に打ち消す、本質的にシステム周波数応答と逆の逆周波数応答を求める。 M =周波数応答の振幅、 A =周波数応答角度とすると、 $M'=1/M$ および $A'=-A$ である。ここで、 M' および A' は、逆周波数応答の振幅および位相角度である。結果を改善するため、 M' の利得を制限して、 M が0に近づく際の雑音およびひずみを防止する。逆周波数をボックス70に示す。ステップ72で、この逆インパルスの逆フーリエ変換を行って、補正インパルス応答を生成する。このインパルスの幅は通常、両方向に無限に広がるが、特定の点で切り取り、それより先は無視することができる。デジタル信号処理の分野では、切り取られない応答の範囲を「ウィンドウ幅」と呼んでいる。

【0035】ステップ76で、その結果得られる補正インパルス応答(ボックス74)を、DSP中の有限インパルス応答(FIR)フィルタ・アルゴリズムにロードする。DSPは、このフィルタを、スピーカ・システムに適用する前に、ステップ78で信号に適用して、スピーカ・システムにおける周波数ひずみの事前補正を行う。

【0036】フーリエ変換、ウィンドウ、およびFIRフィルタ・アルゴリズムを含むデジタル信号処理に関する詳細は、アラン・V・オッペンハイム(Alan V. Oppenheim)およびW. シューファァー(Schafer)著、Digital Signal Processing、Prentice Hall、(1975年)に記載されている。

【0037】実際の音声は固定位置にある拡声器から出るにもかかわらず、オーディオ信号の主観的空間位置に影響を及ぼすステレオ技術が、当技術分野で知られている。音源の方向または入射角の識別に使用される2つの主要な手がかりは、音声間強度差および内部時間遅延である。音声間強度差とは、左チャンネルと右チャンネルの音の大きさの差である。内部時間遅延とは、左チャンネルと右チャンネルの、特定の事象が生成される時間の差である。スペクトル要素も、音声方向の重要な基準を提供する。耳介(外耳)の回旋、肩、および上半身からの音声の反射によって、ソース信号のスペクトルに方向情報が加えられる。オーディオ信号にスペクトル情報を付加して方向情報を追加することが提案されている。以下で音波ホログラフィについて説明する。

【0038】前述の既存のステレオ技術は通常、比較的小さな領域または「スイート・スポット」で最もよく機能する。音波ホログラフィなどの精密技術では、リスナの耳をほぼ正確に位置決めする必要がある。好ましい実施例では、本発明は、高品質の音声を得るために、リスナの位置がディスプレイに近接しているという既知の事実を利用している。しかし、スピーカ・システムはソニック・マウス・モードで動作できるので、リスナの厳密な位置をコンピュータで決定することができる。ソニック・マウス・モードでは、ユーザの手の位置を測定する代わりに、スピーカ・システムが、オーディオ信号を修正するために、ユーザの頭の位置を決定することができる。したがって、ユーザがディスプレイ付近でわずかに動いた場合、あるいは室内の他の場所に移動した場合でも、音声間遅延および強度差を補正することができる。

【0039】ユーザの位置を測定することによって、リスナが横に動くとき、2つのアレイを各耳に対して完全に時間遅延することができる。これによって、中央チャンネルは常に完全に、画面の中央に集中される。時間遅延された逆音波によって反対側の耳の信号を無効にしようとする音波ホログラフィのオーディオ・イメージング技術が存在する。この場合、右耳には右チャンネルだけが聞こえ、左耳には左チャンネルだけが聞こえる。ソニック・

マウスを使用すると、リスナがどこにしようとも、コンピュータが反対側の耳を無効にすることができる。このようにして、音声天井からまたはテーブルの下から来るように思わせる機能などの、興味深い両耳機能が可能になる。

【0040】図9は、スピーカ応答を補正するためのデジタル信号プロセッサ(DSP)33を含むオーディオ・コントローラ・カードを示す。可能なオーディオ・コントローラの1つに、IBM社が1990年9月18日に発表し出荷を開始したMオーディオ・キャプチャ・アンド・プレイバック・アダプタがある。図9を参照すると、入出力バスは、マイクロチャンネルまたはPC入出力バス100であり、パーソナル・コンピュータがこの入出力バス100を介してオーディオ・コントローラに情報を転送できるようにする。オーディオ・コントローラ・カード上には、コマンド・レジスタ102、状況レジスタ104、アドレス・ハイ・バイト・カウンタ106およびアドレス・ロー・バイト・カウンタ107、データ・ハイ・バイト両方向ラッチ108、データ・ロー両方向ラッチ110も含まれる。レジスタは、パーソナル・コンピュータが、コマンドを発行しオーディオ・コントローラ・カードの状況を監視するために使用する。アドレス・ラッチおよびデータ・ラッチは、パーソナル・コンピュータが、共用メモリ112にアクセスするために使用する。共用メモリ112は、オーディオ・コントローラ・カード上の8Kビット×16ビットのスタティックRAMである。共用メモリ112はまた、パーソナル・コンピュータとデジタル信号プロセッサ33の間の通信手段を提供する。

【0041】制御論理機構114の一部であるメモリ・アービタは、パーソナル・コンピュータおよびDSP33が同時に共用メモリ112にアクセスするのを防止する。共用メモリ112を分割して、記憶された情報の一部がデジタル信号プロセッサ33の制御に使用されるようにすることができる。デジタル信号プロセッサ33は、コマンドを発行するため、およびオーディオ・コントローラ・カードの他の部分の状況を監視するために、それ自体の制御レジスタ116および状況レジスタ118を有する。

【0042】オーディオ・コントローラ・カードは、サンプル・メモリ120と呼ばれる別のRAMブロックを含んでいる。サンプル・メモリ120は2Kビット×16ビットのスタティックRAMであり、DSP33はこのメモリを使用して、スピーカ・システム上で再生される発信オーディオ信号を記憶し、あるいはデジタル化された着信オーディオ信号を記憶する。スピーカ・システムのソニック・マウス・モード用の音声インパルスは、発信、着信の別を問わず、記憶を目的としてパーソナル・コンピュータに転送するためにサンプル・メモリ120に一時的に記憶される。デジタル・アナログ変

換器(DAC)122およびアナログ・デジタル変換器(ADC)124は、コンピュータのデジタル環境と、スピーカによって生成されまたは受け取られるアナログ音声との間でオーディオ信号の変換を行う。DAC122はサンプル・メモリ120からデジタル・サンプルを受け取り、サンプルをアナログ信号に変換し、これらの信号をアナログ出力セクション126に送る。アナログ出力セクション126は、パーソナル・コンピュータから供給されるデジタル信号を条件付けし、スピーカ・システムを介して伝送するために出力コネクタに送る。DAC122は多重化されているので、左右の両方のスピーカ構成要素に連続ステレオ動作を提供することができる。

【0043】ADC124は、DAC122と逆の機能を実行する。ADC124はアナログ入力セクション128からアナログ信号を受け取る。アナログ入力セクション128は、マイクロホンとして機能するスピーカ・システム、またはテープ・プレーヤなどの他のオーディオ入力装置から信号を受け取る。ADC124は、アナログ信号をデジタルに変換し、それらをサンプリングしてサンプル・メモリ120に記憶する。制御論理機構114は、DSP33が割込み要求を発行した後、パーソナル・コンピュータに割込みを発行する。

【0044】スピーカ・システムへのステレオ・オーディオ信号の提供は、以下のように動作する。パーソナル・コンピュータは、オーディオ・コントローラがデジタル化音声データの特定のサンプルを再生すべきことをDSP33に通知する。本発明では、パーソナル・コンピュータが、そのメモリまたはディスク記憶域からデジタル・オーディオ・サンプルを取り出し、それらを入力バス100を介して共用メモリ112に転送する。DSP33はサンプルを取り出し、それをスケール調整の値に変換し、サンプル・メモリ120に格納する。DSP33は次に、デジタル化サンプルをオーディオ信号に変換するDAC122を活性化し、オーディオ出力セクション126は、オーディオ信号を条件付けし、それを出力コネクタに置く。

【0045】ソニック・マウス・モードで動作するには、次の手順に従う。まず、パーソナル・コンピュータは、ユーザの位置を特定するのに使用されるインパルスを、エミュレータとして機能するスピーカ・システム中のスピーカに送るため共用メモリ112およびDSP33に送る。次に、パーソナル・コンピュータは、入力バス100を介してデジタル信号プロセッサ33に、オーディオ・コントローラ・カードがユーザの体から反射された音声をデジタル化すべきことを通知する。DSP33は、その制御レジスタ116を使用して、ADC124を使用可能にする。ADC124は、着信オーディオ信号をデジタル化し、サンプルをサンプル・メモリ120に入れる。DSP33はサンプル・メモリ1

20から信号を受け取り、それを共用メモリ112に転送する。DSP33は次に、入力バス100を介してパーソナル・コンピュータに、デジタル・サンプルがパーソナル・コンピュータ・プロセッサが読み取れる状態にあると通知する。パーソナル・コンピュータは、入力バス100を介してサンプルを取り出し、それをパーソナル・コンピュータ自体のRAMまたはディスク記憶域に格納する。音声インパルスが放射されてから音声が発射されるまでの時間差によって、ディスプレイに対するユーザの距離および位置が確定される。ソニック・マウスに使用する音声を人間の可聴範囲外にして、マルチメディア・プレゼンテーションのオーディオ部分をソニック・マウス機能とインタリーブできるようにすることが好ましい。そのユーザに対する効果は、音声とカーソルの位置決めが同時にできることである。ステレオ音声とソニック・マウスをインタリーブすると、ユーザの位置に応じてスピーカ・システムへのオーディオ信号を修正する場合に特に有用である。

【0046】なお、ソニック・マウスが動作する周波数は、人間の可聴範囲よりもはるかに高いものとして行うことができる。たとえば、デジタル・オーディオ信号は、ナイキスト限界で突然終了する。ナイキスト限界は、オーディオCDでは22kHzである。したがって、デジタル信号プロセッサによってオーディオ信号にソニック・マウス・インパルスを付加すると、ソニック・マウスと、スピーカ・システムによる音声生成を同時に使用することが可能になる。

【0047】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、付近の他のユーザに迷惑をかけることなく当該マルチメディア・ディスプレイの前にいるユーザにのみ高品質な音声を与えることが可能なスピーカ・システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】システム・ユニット、キーボード、マウス、および本発明のスピーカ・システムを備えたマルチメディア・ディスプレイ装置を含む、マルチメディア・パーソナル・コンピュータ・システムを表す図である。

【図2】本発明の好ましい実施例のマルチメディア・コンピュータ・システム構成要素のブロック図である。

【図3】本発明のスピーカ・システムを備えたコンピュータ・ディスプレイの正面図である。

【図4】本発明のスピーカ・システムの正面図である。

【図5】本発明のスピーカ・システムの側面図である。

【図6】本発明のスピーカ・システムの側面断面図である。

【図7】本発明のスピーカ・システムの上断面図である。

【図8】低周波数用の位相ロール・オフセットに対するデジタル・プロセッサ補正を示す図である。

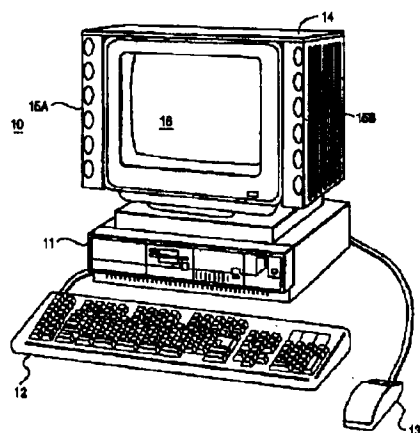
【図9】本発明のスピーカの制御に使用できるオーディオ・コントローラ・カードを示す図である。

【符号の説明】

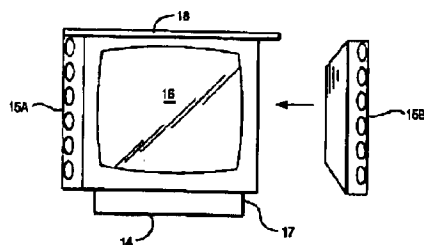
- 10 パーソナル・コンピュータ
- 11 システム・ユニット
- 12 キーボード
- 13 マウス
- 14 ディスプレイ
- 15 スピーカ・システム
- 21 システム・バス
- 22 マイクロプロセッサ
- 23 読取り専用メモリ (ROM)

- 24 ランダム・アクセス・メモリ (RAM)
- 28 キーボード・コントローラ
- 29 マウス・コントローラ
- 30 ビデオ・コントローラ
- 31 オーディオ・コントローラ
- 33 デジタル信号プロセッサ
- 50 小形スピーカ
- 52 ポート
- 60 高音シート
- 10 55 可変インピーダンス導波管
- 65 低音シート

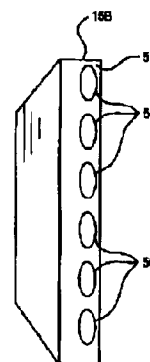
【図1】



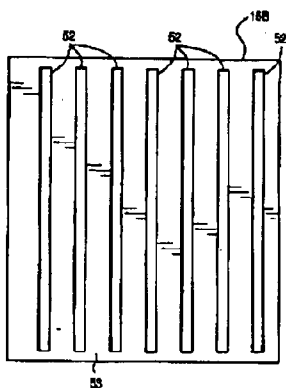
【図3】



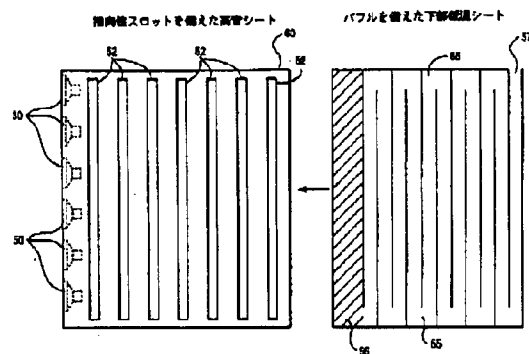
【図4】



【図5】

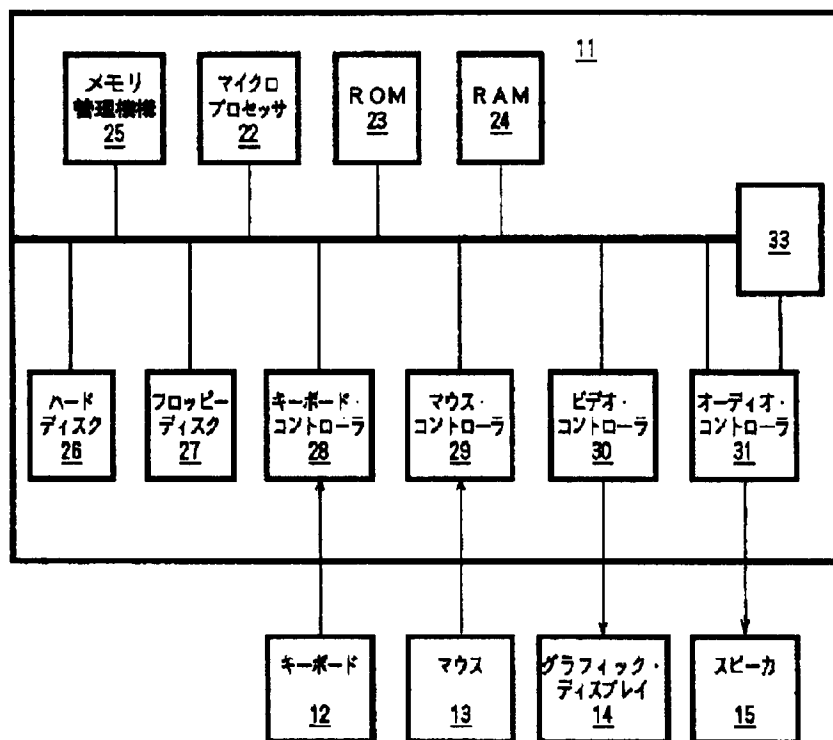


【図6】

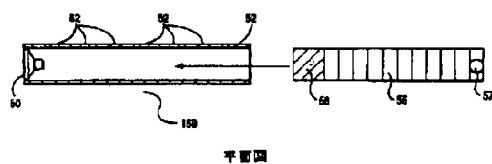


側面図

【図2】



【図7】



特開平6-245288

【図9】

